

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-196801

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 J 15/54  
15/32

識別記号

F I

F 1 6 J 15/54  
15/32

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-3831

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月13日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 竹下 興二

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 篠原 種宏

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 赤城 弘一

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂製作所内

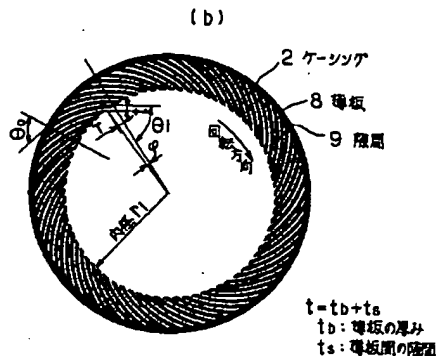
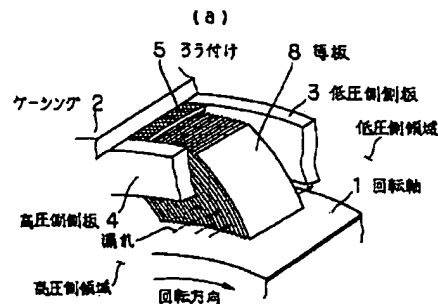
(74) 代理人 弁理士 石川 新

(54) 【発明の名称】 軸シール

(57) 【要約】

【課題】 従来のブラシシールにおいては、ワイヤの線径を太くするなどして剛性を上げる場合は限界がある。従って、ワイヤの剛性に支配される回転軸軸方向のシール差圧は5kgf/cm<sup>2</sup>程度が限界で、大きな差圧をシールすることができない。また、シール差圧がワイヤの線径および低圧側側板の配置などから決まるシール許容値を越えるとワイヤ全体が低圧側に変形を生じて倒れ、ワイヤと回転軸との間が吹き抜けの状態になってシール機能を失う。

【解決手段】 回転軸1の軸方向に幅を有して先端が回転軸1の周面に摺動し互いに隙間を空けて外周側基端がケーシング2側に固定された複数の可撓性を有する薄板8を回転軸1の周方向に回転軸1の外周をシール可能に多重に備え、薄板8と回転軸1の周面とが鋭角をなすとともに薄板8間の隙間9を外周側と内周側とで互いに等しくする。



t = tb + ts  
tb : 薄板の厚み  
ts : 薄板間の隙間

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸の軸方向に幅を有して先端が上記回転軸の周面に摺動し互いに隙間を空けて外周側基端がケーシング側に固定された複数の可撓性を有する薄板を上記回転軸の周方向に上記回転軸の外周をシール可能に多重に備えたことを特徴とする軸シール。

【請求項2】 上記薄板と上記回転軸の周面とが鋭角をなすとともに上記薄板間の隙間が外周側と内周側とで互いに等しいことを特徴とする請求項1に記載の軸シール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、蒸気タービン、ガスタービンなど大型流体機械の回転軸などに適用される軸シールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】蒸気タービン、ガスタービンなど大型流体機械の回転軸のシール材として従来から非接触型のラビリンスシールが幅広く使用されている。しかしながら、ラビリンスシールは回転過渡期の軸振動、或いは過渡的な熱変形時にもフィン先端の隙間が接触しないようにフィン先端の隙間を或る程度大きくしなければならないために漏れ量が多い。このようなラビリンスシールに代え、漏れ量の低減を狙って開発されたシール材としてブラシシールがある。

【0003】図2は蒸気タービン、ガスタービンなど大型流体機械の回転軸などに使用されている従来のブラシシールの説明図である。図において、ブラシシールはワイヤ6と高圧側側板4と低圧側側板3などによって構成され、ワイヤ6外周端側はケーシング2にろう付け5されている。ワイヤ6は回転軸1の振動、或いは熱変形による偏心などを吸収することができるように適度の剛性を持つ線径約50～100μmのフィラメントで構成され、ワイヤ6間は略隙間がないように幅3～5mmの密集した束になっている。ワイヤ6は回転軸1外周と鋭角をなすように回転方向に対して傾斜して取付けられている。ワイヤ6の先端は回転軸1の外周に所定の予圧を有して接触しており、接触することにより軸方向の漏れ量を低減する構造になっている。ワイヤ6は回転軸1に接触して摺動し、雰囲気条件、或いは周速によってはこの摺動により発熱してワイヤ6が赤熱状態になるため、使用する条件によってワイヤ6にインコネル、ハステロイなどの耐高熱材が用いられている。また、ワイヤ6とともに回転軸1外周の摺動面も摩耗するため、通常は回転軸1の摺動面に耐摩耗材がコーティングされている。

【0004】ブラシシールにおける漏れは、ワイヤ6間からの漏れとワイヤ6先端からの漏れと回転軸1外周と接触する摺動面からの漏れとである。また、ワイヤ6の回転軸1軸方向の剛性が小さいため、低圧側側板3の内径を回転軸1の外周と略等しくしてワイヤ6の破損を防

止している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来のブラシシールにおいては、ブラシシールを構成するワイヤ6の剛性が回転軸1の軸振れに対する追従性および回転軸1との適正な予圧などから決められており、ワイヤ6の線径を太くするなどして剛性を上げる場合は限界がある。従って、ワイヤ6の剛性に支配される回転軸1軸方向のシール差圧は5kgf/cm<sup>2</sup>程度が限界で、大きな差圧をシールすることができない。

【0006】また、シール差圧がワイヤ6の線径および低圧側側板3の配置などから決まるシール許容値を越えるとワイヤ6全体が低圧側に変形を生じて倒れ、ワイヤ6と回転軸1との間が吹き抜けの状態になってシール機能を失う。

【0007】また、ワイヤ6の線径は通常約50～100μmと非常に細く、回転軸1の周面と接触して摺動することによりワイヤ6が破断して脱落する危険性があり、蒸気タービン、ガスタービンなどにおける長時間の使用には問題がある。

【0008】また、ワイヤ6と回転軸1の周面とが接触して摺動するために通常は回転軸1の表面に耐摩耗材のコーティングが必要であるが、蒸気タービン、ガスタービンなどの大径の回転軸1の周面に対して長時間の使用に耐える耐摩耗材のコーティング技術が確立されておらず、ワイヤ6および回転軸1の摩耗が大きいため、ブラシシールの寿命が短く、頻繁に交換を要する。

【0009】また、ワイヤ6先端からの漏れ量はワイヤ6が回転軸1の周面に接触して摺動するためにラビリンスシールなどと比べて飛躍的に小さいが、ワイヤ6間からの漏れ量を安定して小さく保持することが難しい。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る軸シールは上記課題の解決を目的にしており、回転軸の軸方向に幅を有して先端が上記回転軸の周面に摺動し互いに隙間を空けて外周側基端がケーシング側に固定された複数の可撓性を有する薄板を上記回転軸の周方向に上記回転軸の外周をシール可能に多重に備えている。

【0011】また、本発明に係る軸シールは、回転軸の軸方向に幅を有して先端が上記回転軸の周面に摺動し互いに隙間を空けて外周側基端がケーシング側に固定された複数の可撓性を有する薄板を上記回転軸の周方向に上記回転軸の外周をシール可能に多重に備え、上記薄板と上記回転軸の周面とが鋭角をなすとともに上記薄板間の隙間が外周側と内周側とで互いに等しくなっている。

【0012】このように、本軸シールにおいてはシール部材として回転軸の軸方向に幅を有する薄板を周方向に多層状に配置しており、シール部材が回転軸の軸方向に幅を有することにより回転軸の周方向には柔らかく、軸方向には剛性の高いシール構造になっている。そして、

シール部材を薄板形状にすることにより薄板の外周側基端をケーシング側に幅方向にろう付けしてブラシシールのワイヤなどと比べて強固に固定することができる。また、薄板の先端は回転軸の軸方向に幅を有し、周方向には柔らかいことにより共振点の通過時など回転軸の振動が大きいときには薄板が変形して回転軸との接触を緩和することが可能で、また定格条件では回転軸の回転による動圧効果で薄板の先端が僅かに浮上することにより回転軸との接触がなくメタル同士の接触が回避される。また、シール部材が薄板状で回転軸の軸方向に幅を有することによりシールによる差圧方向の剛性をブラシシールなどと比べて大幅に大きくすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施の一形態に係るリーフシールの説明図である。図において、本実施の形態に係るリーフシールは蒸気タービン、ガスタービンなど大型流体機械の回転軸などに使用されるもので、図における符号1は回転軸、2はケーシング、3は低圧側側板、4は高圧側側板、5はろう付け、8は薄板（リーフ）、9は各薄板8間の隙間である。本リーフシールは同図(a)に示すように、回転軸1の軸方向に所定の幅を有する薄板（リーフ）8を回転軸1の周方向に多層に配置した構造になっている。薄板8は薄板8の外周側基端のみを本リーフシールのケーシング2にろう付け5されて回転軸1の外周をシールすることにより高圧側領域と低圧側領域とに分けており、薄板8の両側には高圧側領域に高圧側側板4が、低圧側領域に高圧側側板3がそれぞれ圧力作用方向のガイド板として装着されている。薄板8は互いの間に僅かに隙間9があり、薄板8は板厚で決まる所定の剛性を回転軸1の周方向に持つように設計されている。また、薄板8は回転軸1の回転方向に対して回転軸1の周面となす角が鋭角となるように取付けられており、回転軸1の停止時には薄板8の先端は所定の予圧で回転軸1に接触しているが、回転軸1が回転することによる動圧効果で薄板8の先端が浮上して回転軸1と非接触状態になり、薄板8の先端および回転軸1表面が摩耗しない。

【0014】同図(b)に示すように、各薄板8は外周側基端と内周側先端とで各薄板8間の隙間9が一定になるように設定されており、半径座標 $r$ において薄板8の接線と各薄板8による円の中心を通る線とがなす角度 $\theta$ が次式を満たすように変化している。

$$\text{【0015】} \sin \theta_i = t / T = t / (r_i \psi)$$

$$\therefore t / \psi = r_i \sin \theta_i = r \sin \theta$$

$$\therefore \sin \theta = r_i \sin \theta_i / r$$

但し、 $t$ は薄板8の厚み+各薄板8間の隙間9、 $\psi$ は薄板8間の中心角、 $T$ は薄板8内周の幅(=  $r_i \psi$ )、 $\theta_i$ は薄板8先端の角度、 $\theta_0$ は薄板8基端の角度である。薄板8をこのように設計することにより、薄板8間の隙間9は内外径で一定になって薄板8間からの漏れを

所定の量以内に抑えることができる。

【0016】従来のブラシシールにおいては、ブラシシールを構成するワイヤの剛性が回転軸の軸振れに対する追随性および回転軸との適正な予圧などから決められており、ワイヤの線径を太くするなどして剛性を上げる場合は限界がある。従って、ワイヤの剛性に支配される回転軸軸方向のシール差圧は5 kgf/cm<sup>2</sup>程度が限界で、大きな差圧をシールすることができない。また、シール差圧がワイヤの線径および低圧側側板の配置などから決まるシール許容値を越えるとワイヤ全体が低圧側に変形を生じて倒れ、ワイヤと回転軸との間が吹き抜けの状態になってシール機能を失う。また、ワイヤの線径は通常約50~100  $\mu$ mと非常に細く、回転軸の周面と接触して摺動することによりワイヤが破断して脱落する危険性があり、蒸気タービン、ガスタービンなどにおける長時間の使用には問題がある。また、ワイヤと回転軸の周面とが接触して摺動するために通常は回転軸の表面に耐摩耗材のコーティングが必要であるが、蒸気タービン、ガスタービンなどの大径の回転軸の周面に対して長時間の使用に耐える耐摩耗材のコーティング技術が確立されておらず、ワイヤおよび回転軸の摩耗が大きいため、ブラシシールの寿命が短く、頻繁に交換を要する。また、ワイヤ先端からの漏れ量はワイヤが回転軸の周面に接触して摺動するためにラビリンスシールなどと比べて飛躍的に小さいが、ワイヤ間からの漏れ量を安定して小さく保持することが難しい。これに対し、本リーフシールにおいては回転軸1の軸方向に幅を有する薄板（リーフ）8を回転軸1周方向に多層状に配置し、薄板8相互の拘束がないように薄板8間に僅かな隙間9を設け、薄板8と回転軸1外周とのなす確度が鋭角となるように回転軸1回転方向に対し傾斜して配置し、各薄板8間の外周側の隙間9と内周側の隙間9とが等間隔になるように薄板8の曲率が半径方向の位置に応じて変化するようにしており、シール部材として回転軸1の軸方向に幅を有する薄板8を回転軸1の周方向に多層に配置することにより、シール部材が回転軸1の周方向には柔らかく回転軸1の軸方向には剛性の高いシール構造にしている。また、シール部材を薄板形状にすることにより、本リーフシールのケーシング2に固定される外周側のろう付け5を強固なものにすることができる。また、薄板8の先端を回転軸1の軸方向に剛性を有し、回転軸1の周方向には柔らかくすることにより、薄板8の先端が回転軸1の回転による動圧効果で僅かに浮上するようにしている。このように、シール部材が薄板形状であることにより、ブラシシールなどに比べてシール部材のシールによる差圧方向の剛性をはるかに大きくすることができ、大きな差圧までシールすることが可能である。また、薄板8の外周側基端を幅方向に強固にろう付け5することができることにより、ブラシシールにおけるワイヤの場合のようなシール部材の脱落を防止することができる。また、共振点

通過時など回転軸1の振動が大きいときには薄板8が変形することにより回転軸1との接触を緩和することが可能で、また定格条件では回転軸1の回転による動圧効果により薄板8の先端が浮上することにより薄板8と回転軸1との接触が回避され、メタル同士の接触による過大な発熱および摩耗が防止される。また、シール部材が薄板形状でシールによる差圧方向の剛性が大きいことにより、シール差圧を大きくすることができる。また、薄板8の先端と回転軸1との隙間を従来の非接触型のラビリンズシールなどと比べて飛躍的に小さくすることができ、

【0017】

【発明の効果】本発明に係る軸シールは前記のように構成されており、シール部材を薄板形状にすることにより薄板の外周側基端をケーシング側に幅方向にろう付けしてブラシシールのワイヤなどと比べて強固に固定することができ、シール部材の脱落が防止される。また、薄板の先端は回転軸の軸方向に幅を有し、周方向には柔らかいことにより共振点の通過時など回転軸の振動が大きいときには薄板が変形して回転軸との接触を緩和することが可能で、また定格条件では回転軸の回転によ

る動圧効果で薄板の先端が僅かに浮上することにより回転軸との接触がなくメタル同士の接触が回避されるので、シール部材と回転軸との接触による過大な発熱、シール部材および回転軸の摩耗などが大幅に低減されるとともに、回転軸におけるサマルアンバランスによる振動の発生が防止される。また、シール部材が薄板状で回転軸の軸方向に幅を有することによりシールによる差圧方向の剛性をブラシシールなどと比べて大幅に大きくすることができるので、飛躍的に大きな差圧までシールすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

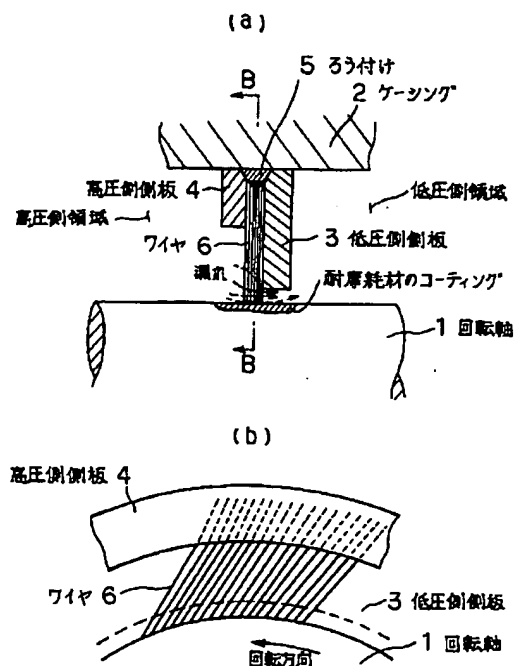
【図1】図1(a)は本発明の実施の一形態に係るリーフシールの斜視図、同図(b)はその薄板の断面図である。

【図2】図2(a)は従来のブラシシールの断面図、同図(b)は同図(a)におけるB-B矢視断面図である。

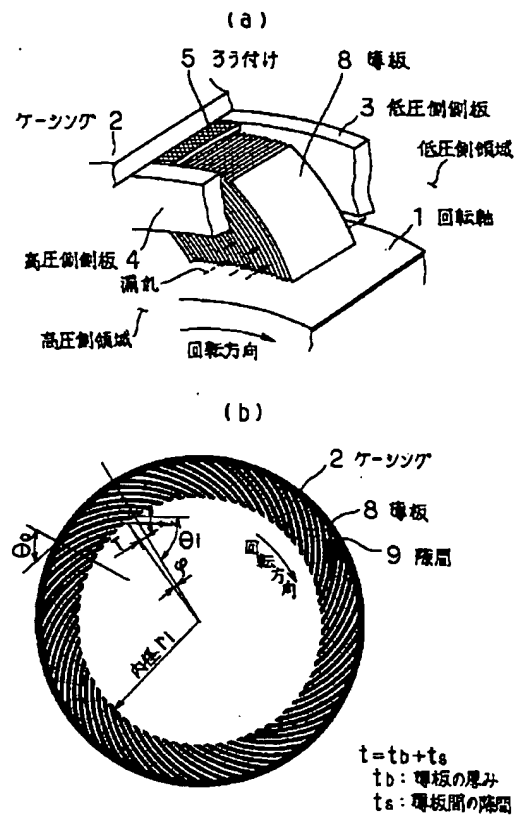
【符号の説明】

- 1 回転軸
- 2 ケーシング
- 3 低圧側側板
- 4 高圧側側板
- 5 ろう付け
- 8 薄板(リーフ)
- 9 薄板間の隙間

【図2】



【図1】



PAT-NO: JP410196801A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10196801 A

TITLE: **SHAFT SEAL**

PUBN-DATE: July 31, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKESHITA, KOJI

SHINOHARA, TANEHIRO

AKAGI, KOICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

**MITSUBISHI HEAVY** IND LTD

N/A

APPL-NO: JP09003831

APPL-DATE: January 13, 1997

INT-CL (IPC): F16J015/54, F16J015/32

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To seal a rotary shaft even under excessively higher differential pressure with a shaft seal made of plural thin plates, of which rigidity in the direction of different pressures is improved as compared with existing brush seals because of its larger width in the axial direction of the rotary shaft.

SOLUTION: A shaft seal is constituted of plural flexible thin plates 8 having a large width in the axial direction of an associated rotary shaft 1. The thin plates 8 are layered on one another along the circumference of the rotary shaft 1 while being fixed at their radially outward base ends on a casing 2 with intervals held between one and the next so as to slide at their tips on the periphery of the rotary shaft 1 or to seal the periphery thereof. The thin plates 8 are arranged to form an acute angle to the periphery of the rotary shaft 1 and to hold a clearance 9 between one and the next constant through their radially outward and inward sides.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

